

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**INFORMATION REPRODUCING DEVICE**

Patent Number: JP8249829  
Publication date: 1996-09-27  
Inventor(s): UCHIDA NARICHKA  
Applicant(s): NEC CORP  
Requested Patent: ☐ JP8249829  
Application Number: JP19950055729 19950315  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B20/14; G11B5/39; G11B20/18; G11B20/18; G11B20/18; G11B20/18  
EC Classification:  
Equivalents: JP2888161B2

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To compensate the asymmetry of an isolated regenerative waveform caused when an MD head is used as a reproducing head and to improve an error rate of the reproducing data.

**CONSTITUTION:** An equalizer 4 outputs the data equalized to a level decision value set by a level decider 5. The level decision value is then set so that an error component  $\epsilon_k$  becomes minimum. The output signal  $y_k$  of the equalizer 4 is compensated to an equalized level suitable for a viterbi detector 8 by a level compensator 7 to be supplied to the viterbi detector 8. The level decision value is set to, e.g. (1, 0,  $-\alpha$ ). The level compensator 7 compensates the equalized level to (1, 0, -1) by multiplying the equalizer output corresponding to a  $-\alpha$  level of a threshold  $-\alpha/2$  or below by  $1/\alpha$  based on the level decision result of the level decider 5 to supply it to the viterbi detector 8.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-249829

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 20/14	3 4 1	9463-5D	G 1 1 B 20/14	3 4 1 B
5/39			5/39	
20/18	5 2 2	9558-5D	20/18	5 2 2 B
	5 3 4	9558-5D		5 3 4 A
	5 7 0	9558-5D		5 7 0 F

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-55729

(22) 出願日 平成7年(1995)3月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 内田 成哉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松浦 兼行

## (54) 【発明の名称】 情報再生装置

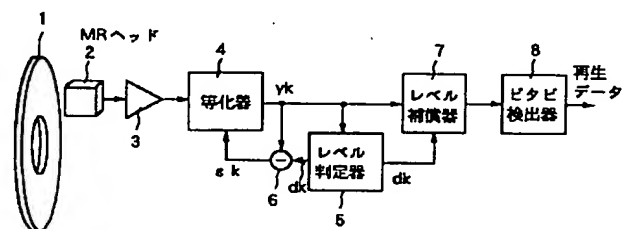
## (57) 【要約】

【目的】 本発明は、再生ヘッドとしてMRヘッドを用いたときに生じる孤立再生波形の非対称性を補償し、再生データの誤り率を改善し得る情報再生装置を提供することを目的とする。

【構成】 等化器4はレベル判定器5で設定されているレベル判定値に等化されたデータを出力する。このとき、レベル判定値は誤差成分  $\varepsilon_k$  が最小となるように設定する。等化器4の出力信号  $y_k$  は、レベル補償器7によりビタビ検出器8に適した等化レベルに補償されてビタビ検出器8に供給される。レベル判定値は例えば

(1, 0, - $\alpha$ ) に設定されている。レベル補償器7はレベル判定器5のレベル判定結果を基に、しきい値  $-\alpha/2$  以下の  $-\alpha$  レベルに対応する等化器出力を  $1/\alpha$  倍することによって、等化レベルを (1, 0, -1) に補償してビタビ検出器8に供給する。

本発明の第1実施例のブロック図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気記録媒体から MR ヘッドで再生した信号に対して適応等化フィルタ構成の等化器によりパーシャルレスポンス等化を行い、ビタビ検出器でビタビ検出を行って情報を再生する情報再生装置において、前記等化器の出力信号を予め定めたレベル判定値で判定するレベル判定器と、

該レベル判定器の出力レベル判定結果と前記等化器の出力信号との誤差成分を生成して前記等化器のタップゲインにフィードバックする減算器と、

前記レベル判定器の出力レベル判定結果に基づいて前記等化器の出力信号をレベル補償して前記ビタビ検出器へ出力するレベル補償器とを有し、前記等化器の等化レベルを前記レベル判定値にシフトすると共に、前記シフトした等化レベルを前記レベル補償器により前記ビタビ検出器に適した等化レベルに補償することを特徴とする情報再生装置。

【請求項 2】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, 0, -\alpha)$  等化を行い、前記レベル補償器は、該レベル判定値に基づいて前記等化器の出力等化波形の  $-\alpha$  レベルに対応するレベルを  $1/\alpha$  倍してパーシャルレスポンス

$(1, 0, -1)$  等化された信号を前記ビタビ検出器へ出力することを特徴とする請求項 1 記載の情報再生装置。

【請求項 3】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, 0, -\alpha)$  等化を行い、前記レベル補償器は、該レベル判定値に基づいて前記等化器の出力等化波形の  $-\alpha$  レベルに対応するレベルに  $(\alpha - 1)$  のオフセットを加算してパーシャルレスポンス  $(1, 0, -1)$  等化された信号を前記ビタビ検出器へ出力することを特徴とする請求項 1 記載の情報再生装置。

【請求項 4】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, -\beta, -1)$  等化を行い、前記レベル補償器は、該レベル判定値に基づいて前記等化器の出力等化波形の  $-\beta$  レベルに対応するレベルに  $\beta$  のオフセットを加算してパーシャルレスポンス  $(1, 0, -1)$  等化された信号を前記ビタビ検出器へ出力することを特徴とする請求項 1 記載の情報再生装置。

【請求項 5】 磁気記録媒体から MR ヘッドで再生した信号に対して適応等化フィルタ構成の等化器によりパーシャルレスポンス等化を行い、ビタビ検出器でビタビ検出を行って情報を再生する情報再生装置において、前記等化器の出力信号を予め定めたレベル判定値で判定するレベル判定器と、

該レベル判定器の出力レベル判定結果と前記等化器の出力信号との誤差成分を生成して前記等化器のタップゲインにフィードバックする減算器とを有し、前記等化器の

等化レベルを前記レベル判定値にシフトすると共に、前記シフトした等化レベルに対して前記ビタビ検出器はビタビ検出を行うように構成されたことを特徴とする情報再生装置。

【請求項 6】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, 0, -\alpha)$  等化を行い、前記ビタビ検出器は、該等化器の出力信号の  $(1, 0, -\alpha)$  の 3 値を等化レベルとしてビタビ検出することを特徴とする請求項 5 記載の情報再生装置。

【請求項 7】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, \beta, -1)$  等化を行い、前記ビタビ検出器は、該等化器の出力信号の  $(1, \beta, -1)$  の 3 値を等化レベルとしてビタビ検出することを特徴とする請求項 5 記載の情報再生装置。

【請求項 8】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値を入力誤差成分に応じて逐次更新する手段を有し、更新した該レベル判定値を前記レベル判定値に入力すると共に、前記レベル補償器に入力して補償パラメータを逐次更新することを特徴とする請求項 1 記載の情報再生装置。

【請求項 9】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, 0, -\alpha)$  等化を行い、前記レベル補償器は、該レベル判定値に基づいて前記等化器の出力等化波形の  $-\alpha$  レベルに対応するレベルを  $1/\alpha$  倍してパーシャルレスポンス

$(1, 0, -1)$  等化された信号を得ると共に、補償パラメータ  $\alpha$  を前記等化器よりの更新されたレベル判定値に基づいて逐次更新することを特徴とする請求項 8 記載の情報再生装置。

【請求項 10】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, 0, -\alpha)$  等化を行い、前記レベル補償器は、該レベル判定値に基づいて前記等化器の出力等化波形の  $-\alpha$  レベルに対応するレベルに  $(\alpha - 1)$  のオフセットを加算してパーシャルレスポンス  $(1, 0, -1)$  等化された信号を得ると共に、補償パラメータ  $\alpha$  を前記等化器よりの更新されたレベル判定値に基づいて逐次更新することを特徴とする請求項 8 記載の情報再生装置。

【請求項 11】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス  $(1, -\beta, -1)$  等化を行い、前記レベル補償器は、該レベル判定値に基づいて前記等化器の出力等化波形の  $-\beta$  レベルに対応するレベルに  $\beta$  のオフセットを加算してパーシャルレスポンス  $(1, 0, -1)$  等化された信号を得ると共に、補償パラメータ  $\beta$  を前記等化器よりの更新されたレベル判定値に基づいて逐次更新することを特徴とする請求項 8 記載の情報再生装置。

【請求項 12】 前記等化器は、前記レベル判定器のレ

ベル判定値を入力誤差成分に応じて逐次更新する手段を有し、更新した該レベル判定値を前記レベル判定値に入力すると共に、前記ビタビ検出器に入力してパラメータを逐次更新することを特徴とする請求項 5 記載の情報再生装置。

【請求項 1 3】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス (1, 0, -α) 等化を行うと共に、前記ビタビ検出器のパラメータ α を逐次更新することを特徴とする請求項 1 2 記載の情報再生装置。

【請求項 1 4】 前記等化器は、前記レベル判定器のレベル判定値に基づいてパーシャルレスポンス (1, -β, -1) 等化を行うと共に、前記ビタビ検出器のパラメータ β を逐次更新することを特徴とする請求項 1 2 記載の情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は情報再生装置に係り、特に磁気記録媒体から再生した信号に対してパーシャルレスポンス等化及びビタビ検出を行って情報を再生する情報再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスクや磁気テープなどの磁気記録媒体に記録された情報を再生する情報再生装置では、従来より再生信号に対して、しきい値によるレベル判定法、微分回路とゼロクロス検出器を用いたピーク検出法などを適用して情報を再生していたが、最近では、高記録密度化に伴う符号間干渉の増大、信号対雑音比 (S/N) の低下などによるエラーレートの悪化を低減するため、新しい信号処理技術として、パーシャルレスポンス等化 (PR 等化) やビタビ検出法などが用いられつつある。

【0003】 この PR 等化とビタビ検出を用いた新しい信号処理方式 (PRML 方式) では、高記録密度化により影響が大きくなる符号間干渉を積極的に利用してお

$$E = (y_k - d_k)$$

$$\varepsilon_k = y_k - d_k$$

また、等化器入力ベクトルを  $X_k$ 、タップゲインベクトルを  $A_k$ 、等化器入力を  $x_k$ 、時間  $k$  におけるタップ番号  $j$  のタップゲインを  $a_{j,k}$  と表すものとする、等化器

$$y_k = X_k \cdot A_k$$

$$X_k = (x_k, x_{k-1}, \dots, x_{k-N+1})$$

$$A_k = (a_{0,k}, a_{1,k}, \dots, a_{N-1,k})$$

(1) 式をタップゲインベクトル  $A_k$  について微分すると (6) 式が得られる。そして、この (6) 式を変形した (7) 式に基づいてタップゲインベクトル  $A_k$  が逐次

り、再生データの前後関係を考慮することによって、可能性の最も高いデータ列を選択し誤り率を改善している。

【0004】 パーシャルレスポンス等化方式は、送出符号とは異なった符号に等化して識別する方法の総称であり、多くの方法が考えられているが、そのうち PR

(1, 0, -1) 方式による記録再生過程を図 10 に示す。記録データが図 10 (A) に示す如き場合、この記録データをプリコードによって予めインターリーブド NRZI 変換して同図 (B) に示すデータを生成し、これに基づいて同図 (C) に示すような記録電流を生成して磁気記録媒体に記録を行う。

【0005】 この磁気録媒体の再生時には、磁気記録媒体から再生された信号に対して PR (1, 0, -1) 方式による再生等化を行い、図 10 (D) に示す 3 値の等化波形を得る。そして、この等化波形の「1」及び「-1」をそれぞれ「1」とし、かつ、等化波形の「0」を「0」とすることにより、図 10 (E) に示す如く再生データを得ることができる。

【0006】 ここで、PR (1, 0, -1) 方式では、図 11 (A) に示す孤立再生波形は、再生等化によって同図 (B) に示す等化波形となるため、符号間干渉によるサンプリング点での測定値は 0 及び ±1 の 3 値に限定される。図 12 はこの PR (1, 0, -1) 方式による等化の状態遷移図を示す。この図 12 に基づいてビタビ検出が行われる。

【0007】 ところで、PR 等化には適応等化型トランスバースフィルタが用いられるが、そのタップゲインの更新は以下のように行われる。等化器出力を  $y_k$ 、レベル判定結果を  $d_k$  とすると誤差成分の 2 乗平均  $E$  と誤差成分  $\varepsilon_k$  とはそれぞれ次式で表される ( $k$  は時間を表す)。

【0008】

【数 1】

$$(1)$$

$$(2)$$

出力  $y_k$  は次式で表される。

【0009】

$$(3)$$

$$(4)$$

$$(5)$$

更新される。ただし、(7) 式中、 $\Delta a$  は定数である。

【0010】

【数 2】

$$\frac{dE}{dA_k} = 2 \overline{(y_k - d_k)} X_k \quad (6)$$

$$a_{j, k+1} = a_{j, k} - \Delta a \sum \varepsilon_k \cdot X_k \quad (7)$$

次に、ビタビ検出器の動作について説明する。ビタビ検出は、入力データ列の前後関係の規則性を利用して存在し得るデータ列の中から最も確からしいデータ列を選択することで誤りを低減する復号方法である。ここで、等化波形の時刻  $k$  でのサンプル値を  $Y_k$ 、図 12 の状態  $S_1$  から状態  $S_2$  への遷移のメトリックを  $L_{12}$  と表し、図 12 の各メトリックを次式で定義するものとする。

【0011】

【数3】

$$\left. \begin{aligned} L_{12} &= 0 \\ L_{21} &= 0 \\ L_{13} &= 0.5 - Y_k \\ L_{24} &= 0.5 + Y_k \\ L_{32} &= 0.5 + Y_k \\ L_{41} &= 0.5 - Y_k \\ L_{33} &= 0 \\ L_{44} &= 0 \end{aligned} \right\} (8)$$

$$\left. \begin{aligned} M_k(1) &= \min \{ M_{k-1}(2) + L_{21}, M_{k-1}(4) + L_{41} \} \\ M_k(2) &= \min \{ M_{k-1}(1) + L_{12}, M_{k-1}(3) + L_{32} \} \\ M_k(3) &= \min \{ M_{k-1}(1) + L_{13}, M_{k-1}(3) + L_{33} \} \\ M_k(4) &= \min \{ M_{k-1}(2) + L_{24}, M_{k-1}(4) + L_{44} \} \end{aligned} \right\} (9)$$

上記の (8) 式及び (9) 式に基づいて最尤パス選択を行い、データを再生する。実際には、インターリーブド NRZI と PR (1, 0, -1) 等化を用いたことにより、再生データの偶数番目の列と、奇数番目の列の間に相関が無い場合、それぞれを並列化し、PR (1, -1) として処理することができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 しかるに、上記の PR 等化方式とビタビ検出を用いた従来の情報再生装置では、再生波形が孤立再生波形の重ね合わせで表現されること、つまり、線形性が成立することが正常な再生のための基本的な条件であるため、磁気記録媒体上の記録密度が上昇すると非線形効果が顕著になり、再生データの誤り率が悪化する。また、再生ヘッドとして磁気抵抗効果型ヘッド (MRヘッド) を用いると、図 13 に示すように、孤立再生波形の出力が符号によって異なる非対称性を生じる。このような再生波形の歪みは線形なフィルタで取り除くことは困難であり、従来の情報再生装置で

ある時刻  $k$  で状態  $S_1$  となるパスメトリックの最小値を  $M_k(1)$  と表すものとする、各状態へのパスメトリックの最小値は次式で表される。

【0012】

【数4】

は再生データの誤り率を悪化させてしまう。

【0014】 本発明は以上の点に鑑みなされたもので、再生ヘッドとして MRヘッドを用いたときに生じる孤立再生波形の非対称性による再生波形の歪を予め考慮した PRML チャンネルを用いることにより非対称性を補償し、再生データの誤り率を改善し得る情報再生装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明は磁気記録媒体から MRヘッドで再生した信号に対して適応等化フィルタ構成の等化器によりパシヤルレスポンス等化を行い、ビタビ検出器でビタビ検出を行って情報を再生する情報再生装置において、等化器の出力信号を予め定めたレベル判定値で判定するレベル判定器と、レベル判定器の出力レベル判定結果と等化器の出力信号との誤差成分を生成して等化器のタップゲインにフィードバックする減算器と、レベル判定器の出力レベル判定結果に基づいて等化器の出力信号をレベル補

償してビタビ検出器へ出力するレベル補償器とを有し、等化器の等化レベルをレベル判定値にシフトすると共に、シフトした等化レベルをレベル補償器によりビタビ検出器に適した等化レベルに補償するようにしたものである。

【0016】また、本発明は、上記のレベル補償器に代えて等化器よりのシフトした等化レベルに対してビタビ検出を行うようにビタビ検出器を構成したものである。更に、本発明は、レベル判定器のレベル判定値及びレベル補償器の補償パラメータあるいはビタビ検出器のパラメータを等化器が入力誤差成分に基づいて逐次更新して生成したレベル判定値に基づいて逐次更新するようにしたものである。

【0017】

【作用】等化器を構成している適応等化型トランスバースルフィルタは、再生波形が線形であり、かつ、対称であれば正しくパーシャルレスポンス等化できるが、MRヘッドからの非対称な再生信号波形に対しては収束が悪化する。そこで、本発明では、まず上記の非対称性を考慮して、レベル判定器のレベル判定値をシフトさせることにより等化器の等化レベルをレベル判定値にシフトするようにしたため、等化器の収束を改善できる。

【0018】また、等化器の出力信号をレベル補償器により対称な再生波形での等化レベルに補償してビタビ検出器に入力するか、等化レベルをレベル判定値と一致させたビタビ検出器を用いるようにしたため、データ検出が正常にできる。

【0019】更に、本発明はレベル判定値を固定するのではなく、タップゲインと同様に逐次更新することで、等化器出力の収束を改善することができる。この場合も、等化器の出力信号をレベル補償器により対称な再生波形での等化レベルに補償してビタビ検出器に入力するか、等化レベルをレベル判定値と一致させたビタビ検出器を用いることにより、データ検出が正常にできる。

【0020】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面と共に説明する。図1は本発明装置の第1実施例のブロック図を示す。本実施例は請求項1、2、3及び4に示した発明の実施例で、磁気記録媒体1に記録されたデータを再生するMRヘッド2、増幅回路3、等化器4、レベル判定器5、レベル補償器6及びビタビ検出器7から構成されている。等化器4はトランスバースルフィルタにより構成されている。

【0021】図1において、磁気記録媒体1の既記録信号はMRヘッド2により再生され、増幅回路3により増幅された後等化器4に供給される。等化器4によりPR等化された再生信号はレベル判定器5及び減算器6に供給される一方、レベル補償器7に供給される。レベル判定器5は等化器4の出力信号 $y_k$ のレベル判定結果 $d_k$ を減算器6及びレベル補償器7にそれぞれ供給する。

【0022】減算器6は等化器4の出力信号 $y_k$ からレベル判定結果 $d_k$ を差し引いて、(2)式に示した誤差成分 $\varepsilon_k$ を生成して等化器4に供給する。これにより、等化器4はレベル判定器5で設定されているレベル判定値に等化されたデータを出力する。このとき、レベル判定値は誤差成分 $\varepsilon_k$ が最小となるように設定する。等化器4の出力信号 $y_k$ は、レベル補償器7によりビタビ検出器8に適した等化レベルに補償されてビタビ検出器8に供給される。

【0023】ここで、上記レベル判定値は例えば(1, 0,  $-\alpha$ )に設定されている。図5はこのときの等化波形の例を示す。図13に示したような非対称性がなければ再生信号波形は従来の等化レベルを(1, 0,  $-1$ )とする等化器により図5の点線で示した波形に等化される。しかし、MRヘッド2の再生信号のように非対称性がある場合は、前記したように等化レベルを(1, 0,  $-1$ )とする等化器では歪が発生するが、本実施例の等化器4からの等化波形は図5に実線で示すように(1, 0,  $-\alpha$ )の3値に等化され、この方が等化誤差が小さくできる。

【0024】図6は等化器4の出力の補償法を示す。等化器4の出力等化波形は(1, 0,  $-\alpha$ )の3値に等化されているため、その頻度分布は図6(A)に示す如く、(1, 0,  $-\alpha$ )の3値で頻度が高い。そこで、図1に示したレベル補償器7はレベル判定器5のレベル判定結果を基に、この図6(A)に示す補償前の頻度分布のしきい値 $-\alpha/2$ 以下の $-\alpha$ レベルに対応する等化器出力を $1/\alpha$ 倍することによって、図6(B)に示すように等化レベルを(1, 0,  $-1$ )に補償してビタビ検出器8に供給する。

【0025】次に、請求項3の実施例について説明する。この実施例は上記の図1の等化レベル補償器7の動作を図7に示すように変更したものである。前述したように、等化器4の出力等化波形は(1, 0,  $-\alpha$ )の3値に等化されているため、その頻度分布は図7(A)に示す如きものである。そこで、レベル補償器7はレベル判定器5のレベル判定結果を基に、この図7(A)に示す補償前の頻度分布の等化波形のうち、しきい値 $-\alpha/2$ 以下のレベルにオフセットとして( $\alpha-1$ )を加算することによって、図7(B)に示すように等化レベルを(1, 0,  $-1$ )に補償してビタビ検出器8に供給する。

【0026】次に、請求項4の発明の実施例について説明する。本実施例ではレベル判定器5のレベル判定値を(1,  $-\beta$ ,  $-1$ )に定めたものである。これにより、等化器4の出力等化波形は、入力再生波形が対称のときには図8に点線で示した波形となるが、非対称のときには図8に実線で示す波形となり、等化誤差を小さくできる。

【0027】次に、この等化器出力の補償法について図

9と共に説明する。図1に示した等化器4の出力等化波形は図8と共に説明したように、 $(1, -\beta, -1)$ の3値に等化されているため、その頻度分布は図9(A)に示す如く、 $(1, -\beta, -1)$ の3値で頻度が高い。

【0028】そこで、図1に示したレベル補償器7はレベル判定器5のレベル判定結果を基に、この図9(A)に示す補償前の頻度分布の等化波形のうち、しきい値 $(1-\beta)/2$ 以下で、しきい値 $-(1+\beta)/2$ 以上のレベルに対応する等化器出力だけにオフセットとして $\beta$ を加算することにより、図9(B)に示すように等化レベルを $(1, 0, -1)$ に補償してビタビ検出器8に供給する。

【0029】次に、本発明の第2実施例について説明す

$$\left. \begin{aligned} L_{12} &= 0 \\ L_{21} &= 0 \\ L_{13} &= 0.5 - Y_k \\ L_{24} &= 0.5 \alpha^2 + \alpha Y_k \\ L_{32} &= 0.5 \alpha^2 + \alpha Y_k \\ L_{41} &= 0.5 - Y_k \\ L_{33} &= 0 \\ L_{44} &= 0 \end{aligned} \right\} (10)$$

図2に示したビタビ検出器10は、この(10)式と前記(9)式とを用いてパスメトリックを計算し、最尤パスを求める。

【0032】また、図2の判定器5のレベル判定値が $(1, -\beta, -1)$ に設定されている場合には、ビタビ

$$\left. \begin{aligned} L_{12} &= 0.5 \beta^2 + \beta Y_k \\ L_{21} &= 0.5 \beta^2 + \beta Y_k \\ L_{13} &= 0.5 - Y_k \\ L_{24} &= 0.5 + Y_k \\ L_{32} &= 0.5 + Y_k \\ L_{41} &= 0.5 - Y_k \\ L_{33} &= 0.5 \beta^2 + \beta Y_k \\ L_{44} &= 0.5 \beta^2 + \beta Y_k \end{aligned} \right\} (11)$$

図2に示したビタビ検出器10は、この(11)式と前記(9)式とを用いてパスメトリックを計算し、最尤パスを求める。

【0034】次に、本発明の第3実施例について説明する。図3は本発明の第3実施例のブロック図を示す。同図中、図1と同一構成部分には同一符号を付し、その説

る。図2は本発明の第2実施例のブロック図を示す。同図中、図1と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。本実施例は請求項5、6及び7記載の発明の実施例で、図2に示すように、図1に示したレベル補償器7及びビタビ検出器8の代わりに、非対称な等化レベルをそのまま用いてデータ検出するビタビ検出器10を用いたものである。

【0030】この場合の判定器5のレベル判定値が $(1, 0, -\alpha)$ に設定されている場合には、ビタビ検出器10における図12の各メトリックは次式のように変形される。

【0031】

【数5】

検出器10における図12の各メトリックは次式のように変形される。

【0033】

【数6】

明を省略する。本実施例は請求項8、9、10及び11記載の発明の実施例で、図3に示すように、適応等化フィルタからなる等化器12より、後述の逐次更新されるレベル判定値 $D_i$ をレベル判定器5及びレベル補償器7にそれぞれ入力してその動作を制御するものである。

【0035】ここで、レベル判定値 $D_i$ は、前記(1)



式をレベル判定結果  $d_i$  で微分して得られる (12) 式の微分結果から (13) 式に基づいて得られる。なお、(13) 式中、 $\Delta d$  は定数であり、 $i$  はそれぞれの等化

$$\frac{dE}{d(d_k)} = -2 \overline{(y_k - d_k)} \quad (12)$$

$$D_{i, k+1} = D_{i, k} + \Delta d \sum \epsilon_k, (i=0, \pm 1) \quad (13)$$

本実施例において、等化レベル及びレベル判定値を

(1, 0,  $-\alpha$ ) とおいたときには、 $D_{-1} = -\alpha$  についてのみ (13) 式を用いて逐次更新する。この場合、レベル補償器 7 によるレベル補償法には図 6 と共に説明した  $1/\alpha$  倍による補償法と、図 7 と共に説明した ( $\alpha - 1$ ) を加算する方法のいずれかがある。すなわち、この場合は、レベル判定器 5 とレベル補償器 7 における上記の  $\alpha$  の値が逐次更新されることになる。

【0037】また、図 3 の実施例において、等化レベル及びレベル判定値を (1,  $-\beta$ ,  $-1$ ) とおいて、 $D_0 = -\beta$  についてのみ (13) 式を用いて逐次更新するようにしてもよい。この場合は、レベル補償器 7 によるレベル補償法は、図 9 と共に説明した、オフセットとして  $\beta$  を加算する方法が用いられる。この場合は、レベル判定器 5 とレベル補償器 7 における上記の  $\beta$  の値が逐次更新されることになる。

【0038】次に、本発明の第 4 実施例について説明する。図 4 は本発明の第 4 実施例のブロック図を示す。同図中、図 3 と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。本実施例は請求項 12、13 及び 14 記載の発明の実施例で、図 4 に示すように、図 3 に示した等化器 12 を用いると共に、レベル補償器 7 及びビタビ検出器 8 の代わりに、等化レベルを外部から制御できるビタビ検出器 14 を用いたものである。

【0039】本実施例において、等化レベル及びレベル判定値を (1, 0,  $-\alpha$ ) とおいたときには、 $D_{-1} = -\alpha$  についてのみ (13) 式を用いて逐次更新する。この場合、ビタビ検出器 14 は (9) 式及び (10) 式に従って、パスメトリックの計算を行いデータを検出する。

【0040】また、図 4 の実施例において、等化レベル及びレベル判定値を (1,  $-\beta$ ,  $-1$ ) とおいて、 $D_0 = -\beta$  についてのみ (13) 式を用いて逐次更新するようにしてもよい。この場合は、ビタビ検出器 14 は (9) 式及び (11) 式に従って、パスメトリックの計算を行いデータを検出する。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、パーシャルレスポンス等化とビタビ検出を用いた情報再生装置において、MR ヘッドにより再生された信号波形に対して、等化器の等化レベルをレベル判定値にシフトすることにより、あるいはレベル判定値を固定するので

レベルにつけた番号である。

【0036】

【数 7】

はなく、タッグゲインと同様に逐次更新することにより等化器の収束を改善し、また、等化器の出力信号をレベル補償器により対称な再生波形での等化レベルに補償してビタビ検出器に入力するか、等化レベルをレベル判定値と一致させたビタビ検出器を用いることにより、データ検出が正常にできるようにしたため、再生波形が符号によって非対称になっていても、非対称性を補償して再生でき、よって従来に比べて誤り率を大幅に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例のブロック図である。

【図 2】本発明の第 2 実施例のブロック図である。

【図 3】本発明の第 3 実施例のブロック図である。

【図 4】本発明の第 4 実施例のブロック図である。

【図 5】レベル判定値を (1, 0,  $-\alpha$ ) としたときの PR 等化波形の一例を示す図である。

【図 6】レベル判定値を (1, 0,  $-\alpha$ ) としたときの補償方法説明図である。

【図 7】レベル判定値を (1, 0,  $-\alpha$ ) としたときの別の補償方法説明図である。

【図 8】レベル判定値を (1,  $-\beta$ ,  $-1$ ) としたときの PR 等化波形の一例を示す図である。

【図 9】レベル判定値を (1,  $-\beta$ ,  $-1$ ) としたときの補償方法説明図である。

【図 10】PR (1, 0,  $-1$ ) 等化の記録再生過程説明図である。

【図 11】PR (1, 0,  $-1$ ) 等化における孤立再生波形の説明図である。

【図 12】PR (1, 0,  $-1$ ) 等化の状態遷移図である。

【図 13】MR ヘッドによる非対称な孤立再生波形の一例を示す図である。

【符号の説明】

1 磁気記録媒体

2 磁気抵抗効果型ヘッド (MR ヘッド)

4、12 等化器

5 レベル判定器

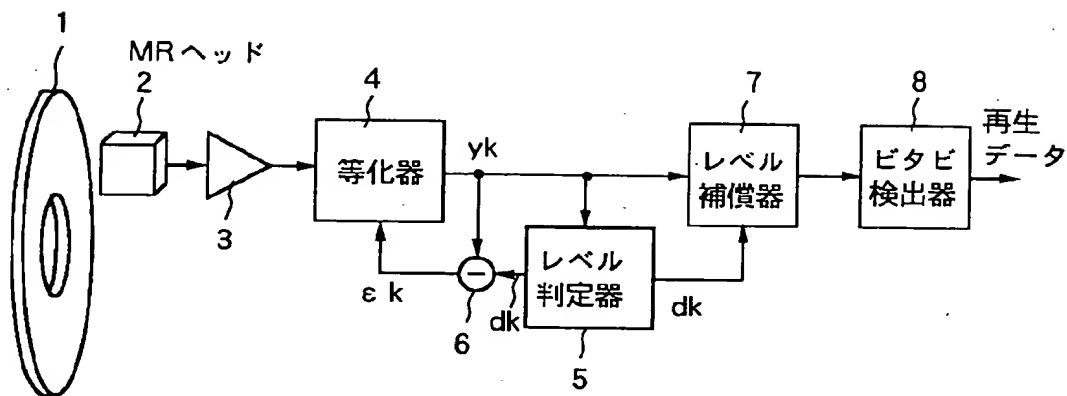
6 減算器

7 レベル補償器

8、10、14 ビタビ検出器

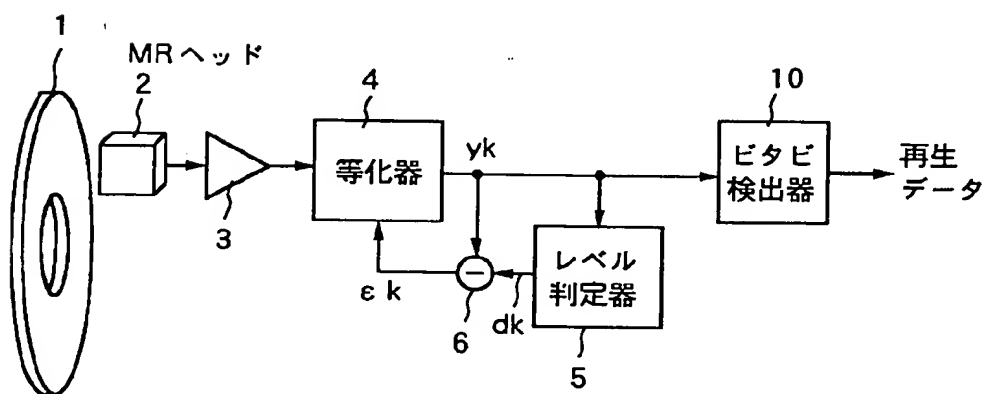
【図 1】

本発明の第 1 実施例のブロック図



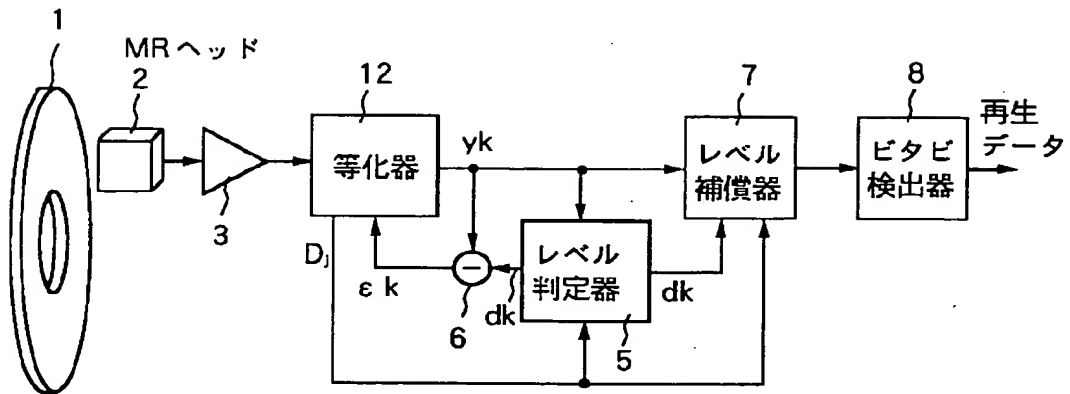
【図 2】

本発明の第 2 実施例のブロック図



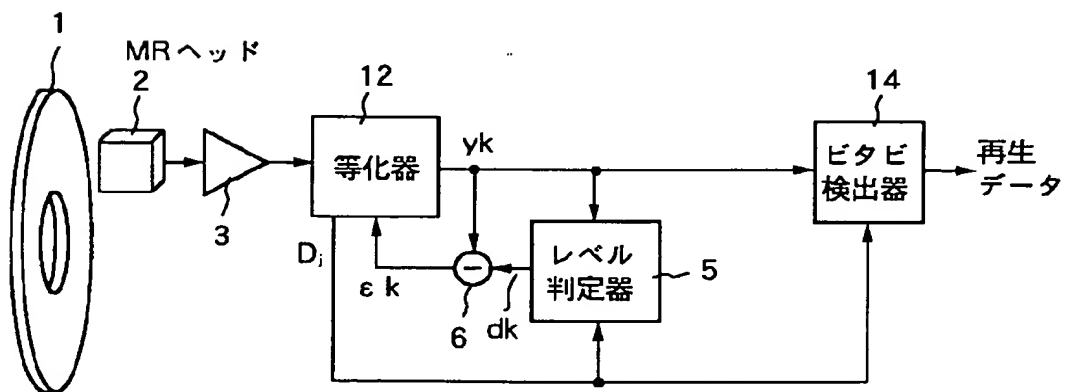
【図 3】

本発明の第 3 実施例のブロック図

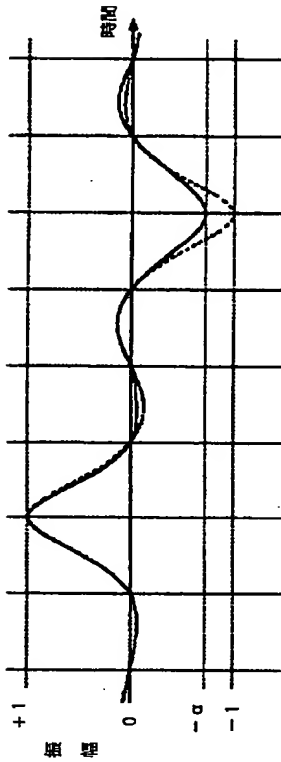


【図 4】

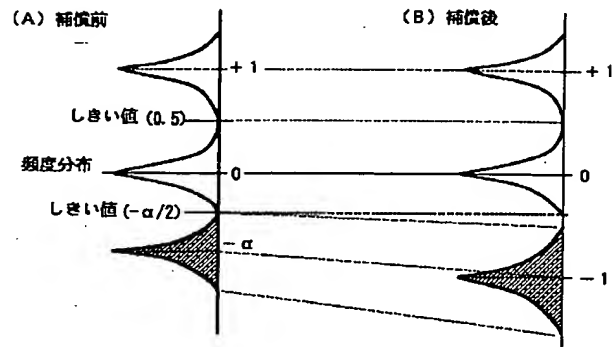
本発明の第 4 実施例のブロック図



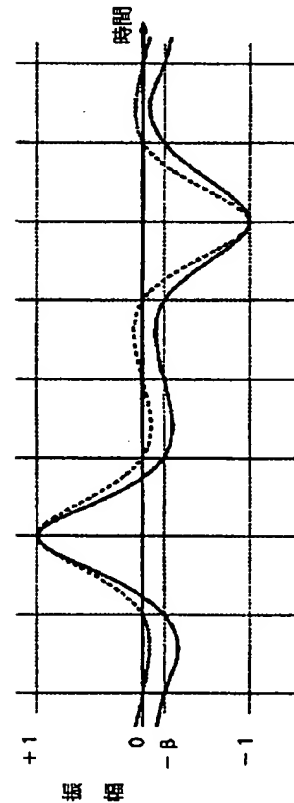
【図 5】

レベル判定値 (1, 0, - $\alpha$ ) としたときのPR等化波形の例

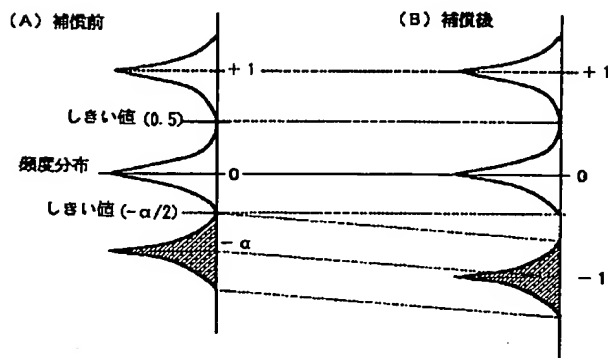
【図 6】

レベル判定値 (1, 0, - $\alpha$ ) のときの補償方法 ( $1/\alpha$  倍)

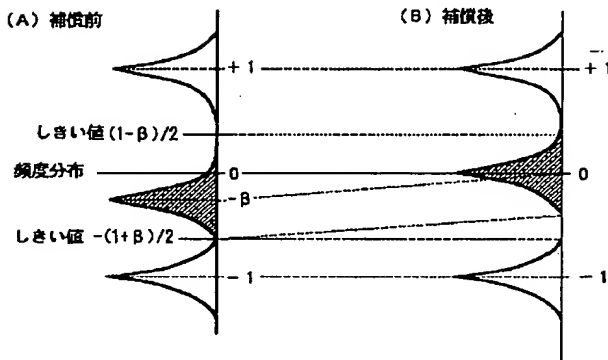
【図 8】

レベル判定値を (1, - $\beta$ , -1) としたときのPR等化波形の例

【図 7】

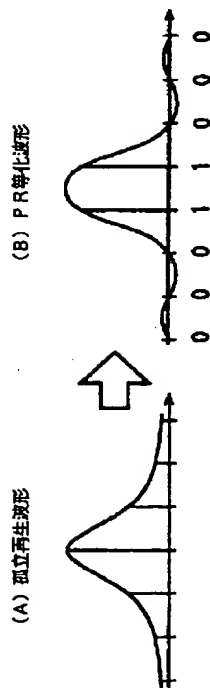
レベル判定値 (1, 0, - $\alpha$ ) のときの補償方法 ( $\alpha-1$  加算)

【図9】

レベル判定値  $(1, -\beta, -1)$  のときの補償方法 ( $\beta$  加算)

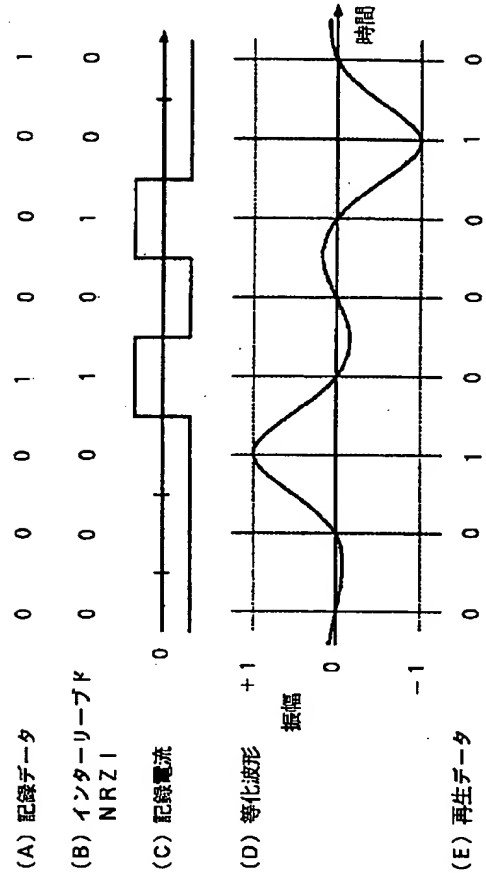
【図11】

PR (1, 0, -1) 等化における孤立再生波形の説明図



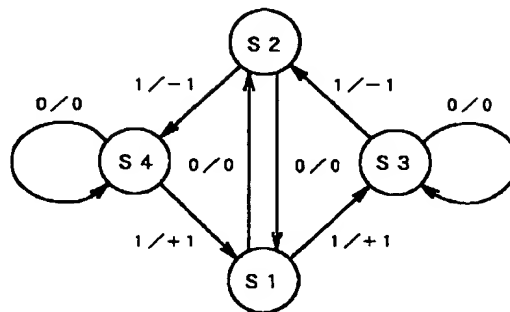
【図10】

PR (1, 0, -1) 等化の記録再生過程説明図



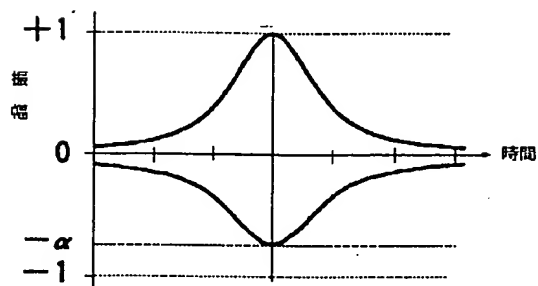
【図12】

PR (1, 0, -1) 等化の状態遷移図



【図 1 3】

MRヘッドによる非対称な孤立再生波形の例



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

G 1 1 B 20/18

識別記号

5 7 2

庁内整理番号

9558-5D

9558-5D

F I

G 1 1 B 20/18

技術表示箇所

5 7 2 B

5 7 2 F